



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 138 541**

⑫ Número de solicitud: 009702144

⑤① Int. Cl.⁶: G01H 9/00

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **09.10.1997**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2000**

⑫③ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
01.01.2000

⑦① Solicitante/s:
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
Avda. de los Castros, s/n
39005 Santander, Cantabria, ES

⑦② Inventor/es: **López Higuera, José Miguel;**
Cobo García, Adolfo y
Morante Rábago, Miguel A.

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Acelerómetro de fibra óptica multipunto y autocompensado.**

⑤⑦ Resumen:

Acelerómetro de fibra óptica multipunto y autocompensado.

El Acelerómetro de Fibra Óptica consiste en una cabeza transductora (A), un canal óptico (B), y una unidad electro-óptica (C) que reproduce en su salida la vibración impuesta a la cabeza transductora. La cabeza transductora incorpora un tallo de fibra óptica móvil y una red de difracción, que difracta espectralmente luz blanca que es recogida por el extremo del tallo de fibra óptica, siendo el desplazamiento relativo entre la red de difracción y el extremo del tallo función de la aceleración o del desplazamiento a la que es sometida la cabeza transductora. La luz modulada por la cabeza transductora es analizada por la unidad electro-óptica, que implementa un sistema de compensación para evitar la influencia sobre la medida de derivas y perturbaciones externas, y proporcionar una medida autocalibrada.

El sensor, sin despreciar otras aplicaciones, mide aceleraciones y desplazamientos en instalaciones, estructuras, equipos y componentes, trabajando eficientemente en ambientes electromagnéticamente contaminados.

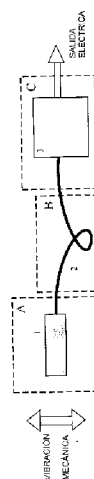


Figura 1

ES 2 138 541 A1

DESCRIPCION

Acelerómetro de fibra óptica multipunto y autocompensado.

Objeto de la invención

La invención pertenece al campo de la medida y/o monitorizado de vibraciones de máquinas, equipos e instalaciones en general, mediante transducción al dominio eléctrico de magnitudes asociadas al nivel de vibración, como puede ser la aceleración. La medición y el análisis de estas magnitudes permite, entre otras cosas, inferir el estado en el que se encuentra el equipo bajo medida, así como determinar posibles fallos del mismo, lo que redundará en una mejor fiabilidad y facilita el proceso de mantenimiento, redundando a su vez en una mejora del coste económico de su explotación.

La invención se centra más concretamente en la medida de vibraciones en entornos en los que, hasta la fecha, otras tecnologías más convencionales no son capaces de efectuar con total satisfacción. Estos entornos son aquellos en los que, por su peligrosidad y/o nivel de interferencias electromagnéticas, los sensores convencionales que basan su medida en magnitudes primordialmente eléctricas actúan en clara desventaja en cuanto a prestaciones o simplemente no son capaces de funcionar. Las características de la invención, que realiza la medida en el dominio óptico con materiales dieléctricos, permiten su utilización favorable en entornos como los descritos anteriormente, como por ejemplo, estaciones de generación eléctrica, instalaciones petrolíferas, plantas químicas, etc.

El Acelerómetro de Fibra Óptica objeto de esta patente es por tanto capaz de proporcionar una medida de la aceleración en el dominio eléctrico, en un punto alejado al lugar donde se produce la vibración, e incorpora una cabeza transductora y un canal que actúan en el dominio óptico para permitir su utilización en entornos electromagnéticamente hostiles y/o explosivos y peligrosos. Además, para facilitar su comercialización, la invención presentada se basa en un diseño muy simple, e incorpora un mecanismo corrector de las influencias tanto de perturbaciones externas como de las derivas funcionales y temporales que puedan producirse, lo que le confiere la capacidad de autocompensación.

Antecedentes

Las tecnologías convencionales para la medida de aceleraciones se basan en efectos electromecánicos o piezoeléctricos [1], [2], [3], y presentan algunas desventajas, como son la imposibilidad de trabajar adecuadamente bajo ambientes electromagnéticamente hostiles o la dificultad para alejar el punto de medida del punto donde se realiza el tratamiento y/o registro de la información de vibración. Esta situación se da, por ejemplo, en grandes máquinas rotatorias para la generación de energía eléctrica, en grandes estructuras de obra civil, etc. Por otro lado, se ha demostrado que la medida y análisis de los patrones de vibración en estas estructuras es un factor determinante para mejorar los aspectos de fiabilidad y mantenimiento de las mismas, con las implicaciones económicas que ello conlleva [4].

Queda justificada por tanto la necesidad de disponer de sensores de vibración en los que concurren las características inmunidad ante interferencias electromagnéticas de todo tipo, posibilidad de alejar el punto de medida, estabilidad a largo plazo, y, pensando en su aplicabilidad industrial, simplicidad y bajo coste. Los sensores basados en fibra óptica (SFO) cumplen en gran medida con estas expectativas. Se han desarrollado sensores de fibra óptica con diversos principios de funcionamiento. Los basados en interferometría proporcionan grandes prestaciones, pero su coste y complejidad son elevados [5], [6], [7]. Por otro lado, los sensores de fibra óptica polarimétricos presentan en general un elevado coste [8]. Los velocímetros láser (LDV), se basan en el efecto Doppler y permite -sin contacto- medir desplazamientos a baja y media frecuencia con gran precisión, pero no pueden ser introducidos ni enterrados en las estructuras y, además, su coste por punto de medida es muy elevado. Existen en la actualidad tanto desarrollos de laboratorio [9] como productos comerciales [10], pero son inadecuados en algunas aplicaciones, como la medida de vibración en puntos interiores de una estructura.

Sin embargo, de las diferentes técnicas de modulación posibles para la realización de sensores ópticos, es la modulación de intensidad la que, potencialmente, ofrece desarrollos que, cumpliendo las especificaciones requeridas, resultan más económicos, lo que favorece su penetración y utilización industrial. De este tipo se han desarrollado diversos sensores para la medida de vibraciones, basados en microcurvaturas de fibra óptica [11], redes de Bragg en fibra [12], o técnicas extrínsecas de acople [13]. Un problema de los sensores ópticos modulados en intensidad es la estabilidad de la medida a largo plazo y la influencia de perturbaciones externas, aunque se han desarrollado técnicas para eliminar esta dependencia [14].

De todo lo anterior (publicaciones y patentes presentadas), y según nuestro conocimiento, se desprende que el sistema sensor objeto de esta patente -que se basa en el principio de modulación de la intensidad de un espectro óptico, e incorpora mecanismos para garantizar su estabilidad a corto y largo plazo- reúne los requisitos diferenciadores, de inventiva innovadora y de aplicabilidad industrial requeridos.

Referencias

- [1] ICS sensor, "3145 Accelerometer", ICS sensor, 1992.
- [2] Endevco Corporation, "Piezoelectric and Isotron accelerometers: selection guide", Endevco Corp., 1992.
- [3] Dytran Instruments Inc., "General catalog and instrumentation handbook", Dytran Instruments Inc., California, 1991.
- [4] Heinz Bloch y Fred K. Geitner, "Machine Failure Analysis and Troubleshooting", Gulf Publishing Company, 1994.
- [5] CSO, "HCS250 micro-laser interferometer", CSO, 1995.

- [6] John G. Farah, "Interferometric fiber optic accelerometer", Laser-assisted fabrication of thin films and microstructures, SPIE, Quebec, Canada, 1994.
- [7] D. Egan, S. W. James, R. Tatam, "A fibre optic heterodyne vibrometer", XI OFS conference, Sapporo, Japón, 1996.
- [8] W. Su, J.A. Gilbert, M.D. Morrissey, "General-purpose photoelastic fiber optic accelerometer", Optical Engineering, Vol. 36, No. 1, pp. 22-28, Enero, 1997.
- [9] Larry Fabiny, Alan D. Kersey, "Interferometric Fiber-Optic Doppler Velocimeter with High-Dynamic Range", IEEE Photonics Technology Letters, vol. 9, no. 1, January, 1997.
- [10] Kelk Corp., "AccuSpeed Laser Vibrometer", Technical Document, 1995.
- [11] S.T. Vohra, B. Danver, A. Tveten, A. Dandridge, "High performance fibre optic accelerometer", Electronics Letters, Vol. 33, No. 2, pp. 155-157, Enero, 1997.
- [12] S. Thériault, K.O. Hill, F. Bilodeau, D.C. Johnson, J. Albert, G. Drouin, A. Béliveau, "High-g accelerometer based on an in-fiber bragg grating sensor", XI OFS conference, Sapporo, Japón, 1996.
- [13] Brenci, M., Mencaglia, A., Mignani, A.G., "Fiberoptic multiple-sensor for simultaneous measurements of temperature and vibrations", SPIE / Fibers, vol. 1572, pág. 318-324, 1991.
- [14] A. Wang, M. S. Miller, A. J. Plante, M. F. Gunther, K. A. Murphy, R.O. Claus, "Split-spectrum intensity-based optical fiber sensors for measurement of microdisplacement, strain and pressure", Applied Optics, vol. 35, No. 15, pp. 2595-2601, 1996.

Descripción de la invención

Para un mejor seguimiento y comprensión, la presentación de la invención se realizará de acuerdo a los siguientes apartados: *breve descripción de la invención, breve descripción de los esquemas y planos, y descripción detallada de la misma.*

Breve descripción de la invención

El Acelerómetro de Fibra Óptica que la invención propone está pensado para la medida en tiempo real del nivel de aceleración en estructuras, equipos y componentes, pudiendo trabajar en entornos electromagnéticamente hostiles, explosivos y peligrosos, y está caracterizado por una elevada estabilidad de la medida tanto a corto como largo plazo gracias al empleo de técnicas de compensación. Los rangos de frecuencias de trabajo máxima y mínima, aceleración máxima y mínima, y otros parámetros característicos de funcionamiento, son modificables por diseño.

En líneas generales, el acelerómetro consta de una cabeza transductora, un canal de fibra óptica, y una unidad electro-óptica para la generación y

detección de luz así como el procesado y acondicionamiento de la señal. El sistema, en su conjunto, ofrece una salida eléctrica analógica cuya tensión es proporcional a la aceleración medida por la cabeza transductora óptica.

El principio de funcionamiento se basa en un tallo de fibra óptica que, adecuadamente dimensionado, tratado, y situado, es capaz de vibrar de forma que el desplazamiento relativo de su extremo sea directamente proporcional al nivel de aceleración aplicado al mismo. La adecuada combinación del tallo libre de fibra óptica y un componente óptico que distribuye espacialmente el espectro de la luz que recibe, hace que el espectro de la citada radiación luminosa sea modulado en amplitud y que, por tanto, contenga la información del desplazamiento del extremo del tallo de fibra óptica. La unidad electro-óptica recoge la luz modulada proveniente de la cabeza transductora a través del canal óptico, y, a partir de su contenido espectral, es capaz de determinar la posición del tallo en tiempo real y, por tanto, reproducir fielmente la aceleración (o según diseños, el desplazamiento) a la que ha sido sometida la cabeza transductora.

A juicio de los autores, este Acelerómetro de Fibra Óptica no tiene ningún precedente, diferenciándose de los publicados o patentados hasta la fecha, bien en su concepción, en su filosofía de funcionamiento, bien en su tecnología, y/o global o parcialmente en sus prestaciones técnicas.

Breve descripción de los esquemas y planos

La Figura 1 muestra un esquema general del Acelerómetro de Fibra Óptica. 1: cabeza transductora. 2: canal óptico de comunicaciones. 3: unidad electro-óptica para la generación y detección óptica y el procesado de señal. Las regiones A y B señalan las zonas donde la invención puede trabajar sin ser interferida por radiaciones electromagnéticas.

La Figura 2 es una vista detallada de una realización posible de la cabeza transductora. La fibra óptica está anclada sobre un surco (5) en un soporte rígido (4), con una zona (6) libre cuya longitud depende del diseño concreto y que puede vibrar en consonancia con la vibración impuesta al conjunto de la cabeza transductora. Frente al extremo de fibra óptica se sitúa, adosado al soporte rígido, una red de difracción (7) con su vector de difracción característico adecuadamente dispuesto respecto al soporte.

La Figura 3 es un esquema general del sistema mostrando en detalle la unidad electro-óptica para la generación y detección de luz y el procesado de la señal procedente de las cabezas transductoras. Una unidad de interconexión óptica (10) se encarga de distribuir adecuadamente la luz generada hacia el canal óptico y de recoger y repartir la luz procedente de la cabeza transductora hacia los conversores opto-electrónicos. La unidad incluye igualmente la fuente de luz de espectro ancho (9), el circuito para el control de la misma (8), un conjunto de detectores de radiaciones luminosas basados en fotodiodos PIN o APD ($12_1, 12_2, \dots, 12_m$), con sus unidades de amplificación y acondicionamiento de la señal (13_1), (13_2) ... (13_m) y una unidad de procesado y acondicionamiento de la señal que proporciona una salida

en el dominio eléctrico (14). Todo el conjunto es alimentado por la fuente de alimentación (15) de la unidad electro-óptica.

Descripción detallada de la invención

El Acelerómetro de Fibra Óptica consta, como se refleja en la Figura 1, de tres grandes partes: una cabeza transductora (A), un canal óptico de comunicación (B), y una unidad electro-óptica (C) que proporciona una salida en el dominio eléctrico cuya tensión es directamente proporcional a la aceleración impuesta a la cabeza transductora.

Dado que el canal óptico (B) puede ser de gran longitud sin pérdidas apreciables en las prestaciones del sistema conjunto, es posible separar suficientemente la unidad electro-óptica (C) de la cabeza transductora (A). Tanto el canal óptico como la cabeza transductora se caracterizan, dada sus propiedades intrínsecas de construcción y los materiales que las forman, por ser inmunes a interferencias electromagnéticas, a la vez que no son capaces de emitir radiaciones electromagnéticas al entorno, posibilitando su utilización en ambientes explosivos o peligrosos.

El funcionamiento es como sigue. La unidad de generación de radiación óptica (8),(9) se conecta a la unidad de interconexión óptica (10) que a través del canal (B) surte de energía luminosa a las diferentes cabezas transductoras (A), recibe las radiaciones ópticas moduladas, y las encamina, adecuadamente, hacia los detectores ($12_1, \dots, 12_m$). Las radiaciones detectadas se amplifican ($13_1, \dots, 13_m$) y se tratan convenientemente en la unidad de procesado y acondicionamiento de la señal, quien ofrece a su salida señales eléctricas, fieles reproducciones de las aceleraciones a las que fueron sometidas las correspondientes cabezas transductoras (A_1, A_2, \dots, A_n). La unidad de interconexión óptica puede incluir, opcionalmente, mecanismos para aislar una determinada longitud de onda (mediante filtros ópticos u otros dispositivos), tanto de la radiación emitida por la unidad de generación como por la radiación modulada devuelta por la cabeza transductora. De esta forma, y mediante los detectores ópticos, puede analizarse el contenido espectral de las radiaciones ópticas.

La luz que llega a cada cabeza transductora (A_n) es recibida por el componente óptico (puede ser una red de difracción) que la difracta espacialmente - según una dirección- en función de su contenido espectral (7). El extremo del tallo de fibra óptica (6) se desplaza proporcionalmente a la aceleración de la vibración, y captura la radiación óptica proveniente de (7) cuyo espectro varía en la referida dirección de dispersión (siendo espectralmente invariante en la dirección perpendicular a ella) y a través su correspondiente fibra del canal (B) la reenvía, de nuevo, hacia la unidad de interconexión óptica (10). La modulación óptica se produce otro por el movimiento relativo entre el componente óptico (7) (firmemente solidario con el resto de la estructura de la cabeza transductora (4) y el extremo del tallo de fibra óptica (6), que, realizado con unas dimensiones adecuadas, determinadas por las condiciones de funcionamiento requeridas, se desplaza de forma proporcional al nivel de aceleración impuesto al conjunto de la

cabeza transductora.

La señal óptica procedente de los detectores ópticos ($12_1, 12_m$) basados en fotodiodos PIN o APD, y cuyo número es función de las prestaciones finales que al sistema se requiera, se amplifica y se acondiciona adecuadamente ($13_1, \dots, 13_m$), y en la unidad de procesado de la señal (14) se trata y, finalmente, se genera una señal en el dominio eléctrico cuya tensión es directamente proporcional al nivel de aceleración impuesto a la cabeza transductora. El módulo de alimentación (15), surte adecuadamente de energía eléctrica a cada uno de las partes de que se compone la unidad optoelectrónica.

El sistema sensor así constituido de manera general, sin descartar otras alternativas de configuración de la cabeza transductora (A), del canal óptico (B) y/o de la unidad electroóptica (C), ha sido elegido para conseguir las siguientes ventajas y/o prestaciones:

1. La medida, en tiempo real, del nivel de aceleración impuesto en la cabeza transductora, por estructuras, equipos o componentes.
2. La obtención de grandes prestaciones en términos de rango dinámico insensibilidad transversal, aceleración mínima detectable, distorsión y rango de frecuencias de trabajo, que pueden ser modificadas en función del diseño concreto del sistema.
3. La capacidad para la medida de aceleraciones a muy baja frecuencia, incluso por debajo de un herztio. No obstante lo anterior, diseños y realizaciones adecuados posibilitan posicionar rangos muy diversos de frecuencias.
4. La capacidad para proporcionar una medida estable en funcionamientos a largo plazo, debido al empleo de técnicas de compensación basadas en división espectral y/o monitorizado de la fuente de radiación óptica. Esta capacidad de compensación permite igualmente insensibilizar la medida de perturbaciones externas indeseadas como cambios de temperatura modificaciones en las características transmisivas del canal óptico, etc.
5. La posibilidad de situar tanto la cabeza transductora como el canal óptico en ambientes contaminados electromagnéticamente, sin que la medida proporcionadas o las prestaciones alcanzables se vean modificadas. Esto es posible gracias a la naturaleza de los materiales empleados.
6. La posibilidad de trabajar en ambientes explosivos y/o peligrosos sin riesgo de provocar incendios o explosiones, gracias a la naturaleza pasiva intrínseca que caracteriza a los sensores de fibra óptica en general.
7. La posibilidad de alejar grandes distancias la unidad electro-óptica del resto del sistema sensor, sin merma apreciable en

las prestaciones alcanzables. Las excelentes características de transmisión de la fibra óptica, en términos de atenuación y distorsión, facilitan esta posibilidad.

8. La construcción de la cabeza transductora, el canal óptico y la unidad electro-óptica es sencilla y emplea componentes y materiales de bajo coste, facilitando su penetración industrial.
9. Diseños adecuados posibilitan la medida multipunto, multiplicando los puntos de medida mediante la utilización de múltiples cabezas transductoras que compartan una única unidad electro-óptica, lo que conlleva la consiguiente reducción del coste por punto de medida.

Realización preferente de la invención

Aunque se considera que en lo anterior se ha descrito suficientemente la invención, en su conjunto, como para que pueda deducirse su realización, en lo que sigue, y no excluyendo otras posibilidades de realización, se reflejará una forma de efectuar las partes que constituyen el sistema sensor.

Realización de la cabeza transductora

Se parte de un soporte realizado de un material que sea compatible con el material constituyente de la fibra óptica, que es dióxido de silicio amorfo. Esta compatibilidad debe ser química y física, en términos de principalmente del coeficiente de expansión lineal con la temperatura para asegurar un mayor rango térmico de operación. Preferentemente, pero sin excluir otras posibilidades, el material del soporte debe tener naturaleza dieléctrica.

El soporte es conformado y mecanizado con cualquier procedimiento al uso, tal como fresado mecánico, electro-erosión, mecanizado láser, u otros, e incluye un surco realizado con precisión para posicionar la fibra óptica; un surco holgado para permitir la vibración libre del tallo de fibra óptica; y una superficie para la realización o adhesión de una red de difracción. Esta red puede fabricarse sobre el propio material del soporte con las técnicas al uso, o bien puede estar realizada sobre un sustrato, normalmente cristal amorfo de bajo coeficiente de dilatación, y adherirse posteriormente sobre el soporte en la posición adecuada. Las dimensiones, posiciones y orientaciones relativas entre el surco y la red de difracción se determinan durante la etapa de diseño en función de los requerimientos planteados y prestaciones a alcanzar, al igual que la longitud del tallo y el tipo de fibra óptica empleados. Una vez adheridas la fibra óptica y la red de difracción al soporte, o realizada esta última directamente sobre el soporte, el conjunto puede sellarse mediante una caja o tapa de material similar al del soporte y etiquetarse adecuadamente, quedando una cabeza transductora hermética y de reducidas dimensiones.

Realización del canal óptico de comunicación

El canal óptico, por punto de medida, se compone de una o dos fibras ópticas (dependiendo de

si el componente difractivo es reflectivo o transmisor) del tipo monomodo estándar de telecomunicación, o multimodo con dimensiones de cubierta y núcleo adecuadas a la aplicación concreta. La/s fibra/s está/n protegida contra agresiones externas por un protector plástico o metálico en toda su longitud. La conexión a la unidad electro-óptica se realiza mediante conectores ópticos o bien mediante la soldadura directa a la unidad óptica de interconexión. La utilización de fibras ópticas, cables, y componentes para conexionado óptico standard de sistemas de telecomunicación por fibra óptica actuales, redonda muy positivamente, en la competitividad del sistema.

Realización de la unidad electro-óptica de generación y captación de luz, procesado y acondicionamiento de la señal.

La sub-unidad de interconexión óptica realiza la distribución de la radiación óptica entre la unidad de generación, las cabezas transductoras, y los distintos detectores ópticos. Puede estar formado por acopladores ópticos de fibra, o cualquier otro componente óptico que permita repartir o encaminar la radiación óptica generada por la fuente de luz (9) hacia las diferentes cabezas transductoras y encaminar, a su vez, las radiaciones ópticas moduladas provenientes de las cabezas transductoras hacia los diferentes fotodetectores (12). Esta sub-unidad puede incluir, igualmente, los componentes ópticos necesarios para extraer, convenientemente, las radiaciones luminosas centradas en las longitudes de onda ($\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_m$) que el diseño exija.

La unidad incluye, igualmente, una fuente de alimentación (15) que surte de energía eléctrica a los diversos componentes optoelectrónicos, y genera las tensiones e intensidad eléctricas adecuadas para el buen funcionamiento de la unidad. El bloque de generación de radiación óptica consta en esencia de un circuito de excitación y control para una fuente de luz de espectro ancho, que puede ser un diodo electroluminiscente, una lámpara de incandescencia, o cualquier otra fuente que proporcione radiación óptica con unos niveles de potencia, anchura espectral y estabilidad adecuados a la aplicación. Los detectores están formados por fotodiodos adecuados a la longitud de onda de trabajo, mientras que las sub-unidades de amplificación y acondicionamiento de los detectores ópticos, así como el bloque de procesado de la señal, están realizados por los componentes electrónicos analógicos o digitales adecuados.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y de las ventajas que de la misma se derivan, que inciden directamente en su aplicabilidad y explotabilidad industrial.

Los materiales, forma, tamaño y configuración de los elementos serán susceptibles de variación, siempre y cuando ello no suponga una alteración de la esencialidad del invento.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, constituido por una cabeza transductora (A), un canal de comunicaciones (B), y una unidad electro-óptica de generación, detección de radiación luminosa, tratamiento y procesado de la señal detectada (C), y sin descartar otras alternativas de configuración de la cabeza sensora, del canal y/o de la optoelectrónica de generación detección acondicionado y procesado de la señal, se **caracteriza** por la capacidad de medir aceleraciones y reproducirlas fielmente (en el dominio eléctrico) en la salida del sistema, salida que puede situarse a gran distancia de la mencionada cabeza transductora.

2. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, según la reivindicación 1, se **caracteriza** por tener una cabeza transductora (A), un canal de comunicaciones (B), que realizados con materiales adecuados, confieren al sistema una total inmunidad ante interferencias electromagnéticas, lo que le permite trabajar sin perturbaciones en ambientes electromagnéticamente hostiles.

3. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con la reivindicación 1, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un extremo de fibra óptica configurada como tallo en voladizo y de un componente óptico que dispersa espacialmente - según una dirección - el espectro de la radiación óptica incidente.

4. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con la reivindicación 1, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un extremo de fibra óptica configurada como tallo en voladizo y de un componente óptico que dispersa espacialmente - según una dirección - el espectro de la radiación óptica incidente, y en el que el referido componente óptico dispersor, es una red de difracción óptica.

5. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un extremo de fibra óptica configurada como tallo en voladizo que actúa como fibra óptica de entrada, introduciendo en la cabeza transductora la radiación óptica procedente de una fuente de luz, y como fibra de salida, recogiendo la luz modulada por la cabeza transductora y enviándola al canal óptico de comunicación.

6. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un componente óptico que recibe la radiación óptica procedente de la fuente de luz y la dispersa espacialmente - direccionalmente - según su contenido espectral, y que es recogida por el extremo de una fibra óptica configurada como tallo en voladizo

7. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un extremo de fibra óptica configurada como tallo en voladizo que,

adecuadamente dimensionado, es capaz de responder ante las vibraciones impuestas a la mencionada cabeza transductora, desplazándose su extremo de forma proporcional al nivel de aceleración aplicado.

8. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un extremo de fibra óptica configurada como tallo en voladizo que adecuadamente dimensionado, es capaz de responder ante las vibraciones impuestas a la mencionada cabeza transductora, desplazándose su extremo angularmente proporcional al nivel de aceleración aplicado.

9. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1, 3 y 4, está constituido por una cabeza transductora que incorpora un tallo de fibra óptica configurado en voladizo y utiliza como componente óptico dispersor una red de difracción que adecuadamente dimensionada y posicionada respecto al extremo del tallo de fibra óptica, permite modificar las características de la luz que es, entonces, recogida por el extremo del tallo de fibra óptica, en función de la aceleración aplicada al conjunto de la cabeza transductora.

10. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1, 3 y 4, está constituido por una cabeza transductora que, incorporando un tallo de fibra óptica y una red de difracción posicionados adecuadamente, responde a la aceleración impuesta a la misma sobre un eje sensible y que no responde a la aplicación de aceleraciones sobre un eje transversal al eje sensible, presentando una baja sensibilidad transversal.

11. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, está constituido por una cabeza transductora para cuya realización, en tecnología de fibra óptica, se utilizan soportes cuyos materiales se procesan por fresado, tecnología láser o cualquier tecnología al uso.

12. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con la reivindicación 1 y 3, comprende un canal óptico de comunicaciones ópticas formado por una fibra óptica, por punto de medida o cabeza transductora, de material plástico o cristalino amorfo, o de cualquier otro tipo de fibra óptica cuyas dimensiones de núcleo y cubierta sean adecuadas a las características propias de la aplicación.

13. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, comprende un canal óptico de comunicaciones ópticas formado por varias fibras ópticas, por punto de medida o cabeza transductora, de material plástico o cristalino amorfo, o de cualquier otro tipo de fibra óptica cuyas dimensiones de núcleo y cubierta sean adecuadas a las características propias de la aplicación.

14. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3, incorpore una unidad electro-óptica que esté constituida por sub-unidades para: generación, distribución, filtrado, detección de las radiaciones ópticas, así como sub-unida-

des para el acondicionamiento y procesado de las señales detectadas, que son necesarios para proporcionar una salida, en el dominio eléctrico, que sea fiel reproducción de la magnitud correspondiente (aceleración o desplazamiento) de la vibración a la que es sometida la cabeza transductora.

15. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de generación de radiación luminosa esté formada por una fuente de luz de espectro ancho tipo diodo electroluminiscente, lámpara de incandescencia o de cualquier otro tipo de fuente de luz blanca.

16. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de detección óptica este formada por fotodiodos captadores de luz tipo PIN o APD y circuitos de amplificación y acondicionamiento de las señales detectadas adecuados.

17. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de interconexión óptica permita la distribución, tanto de la radiación luminosa generada por la fuente de luz, como de la radiación óptica modulada por la cabeza transductora, hacia las sub-unidades de detección óptica.

18. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 17, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de interconexión óptica, contenga un conmutador óptico tanto para la distribución de la radiación luminosa generada por la fuente de luz, como para la recepción de la radiación luminosa procedente de la cabeza transductora, y la encamine hacia las sub-unidades de detección óptica.

19. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1, 14 y 17, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de interconexión óptica permita la distribución, tanto de la radiación luminosa generada por la fuente de luz,

como de la radiación óptica modulada por la cabeza transductora, hacia las sub-unidades de detección óptica, realizando una selección previa del contenido espectral de las radiaciones ópticas mencionadas, bien mediante un filtrado óptico paso banda, u otras técnicas de selección espectral en el dominio óptico.

20. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de procesado de la señal esté formado por los componentes electrónicos que, bien de forma analógica o bien de forma digital, sean capaces de proporcionar, a partir de las señales detectadas provenientes de la cabeza transductora y/o de la fuente de radiación luminosa, una señal de salida en el dominio eléctrico que exprese de forma inequívoca el nivel de aceleración, al que es impuesta la cabeza transductora.

21. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14, incorpore una unidad electro-óptica cuya sub-unidad de procesado de la señal permita, a partir de las diferentes señales proporcionadas por los detectores ópticos, implementar un mecanismo de compensación que elimine total o parcialmente la dependencia de la medida proporcionada por la misma ante perturbaciones externas, no deseadas, sobre partes del sistema sensor o en su conjunto tales como cambios de temperatura y otros, así como la debida al envejecimientos de los componentes ópticos, electrónicos y optoelectrónicos.

22. Acelerómetro de Fibra Optica Multipunto y Autocompensado, que, de acuerdo con las reivindicaciones parciales, o consideradas en su globalidad, anteriormente establecidas, trabaje en los rangos de frecuencias, dinámicos, de temperaturas, linealidad, resolución y tamaños de la cabeza transductora requeridos, y se utilice aisladamente o dentro de un sistema global para el monitorizado de aceleraciones, en máquinas, dispositivos e instalaciones sometidos a vibración, así como las debidas a movimientos sísmicos, y a las que se somete el cuerpo humano y puedan afectar a su salud.

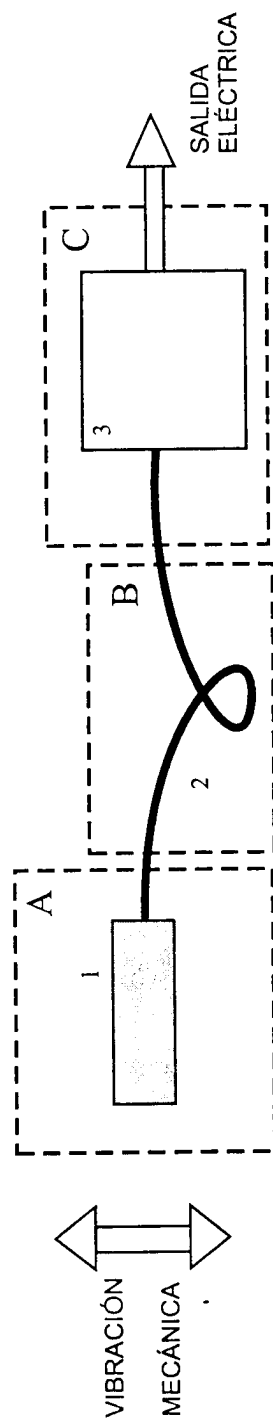


Figura 1

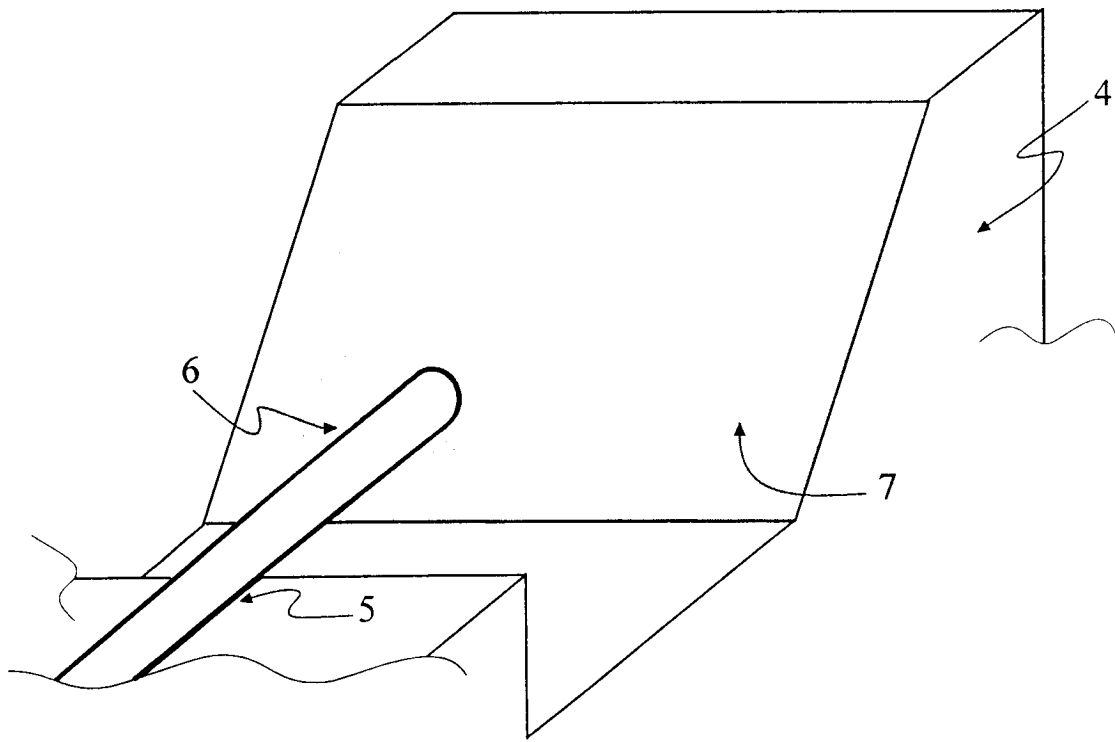


Figura 2

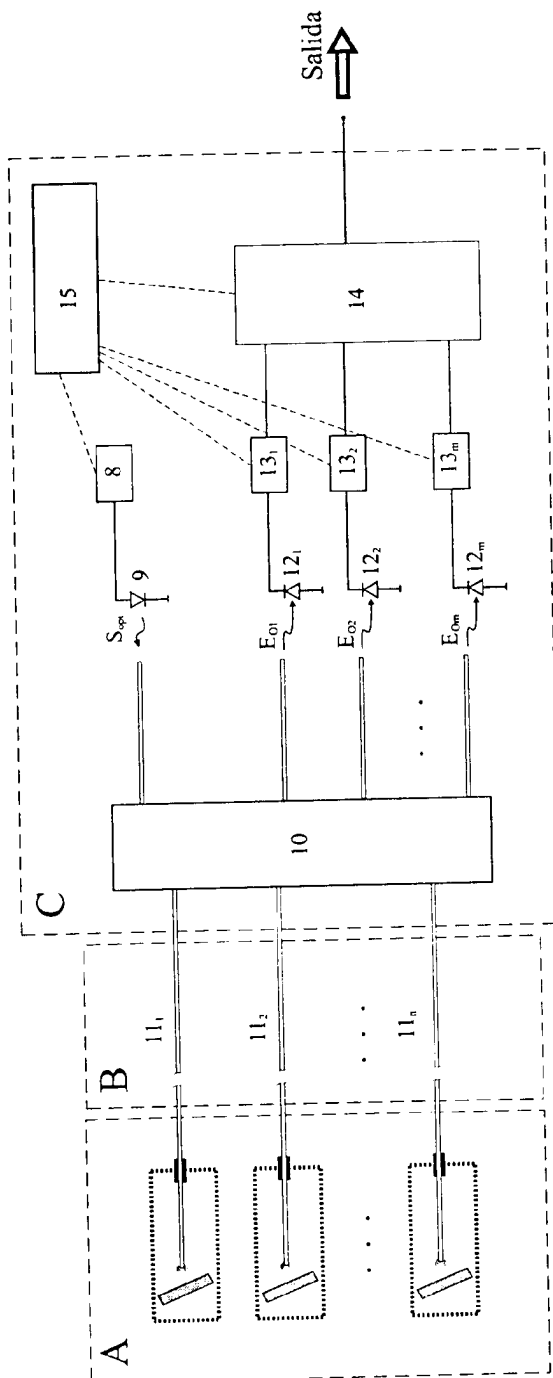


Figura 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 138 541
⑫ N.º solicitud: 009702144
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 06.10.1997
⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁶: G01H 9/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
E	ES 2124158 A1 (UNIVERSIDAD DE CANTABRIA) 16.01.1999, todo el documento.	1,2
E	ES 2136525 A1 (UNIVERSIDAD DE CANTABRIA) 16.11.1999, todo el documento.	1,2
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, CD-ROM MIJP 9606 PAJ 1996 - 10 [021][08-140401/08-168300], JP 08-145780 A (TOHOKU NAKATANI: KK, KIMURA MITSUTERU) 07.06.1996, resumen; figura.	1-3,5-8 13-15,17, 19-22
X Y A	GB 2068112 A (FERRANTI LIMITED) 05.08.1981, página 1, líneas 5-41,66-125; página 2, línea 102 - página 3, línea 40; página 3, línea 120 - página 4, línea 15; figura.	1,2 3,6-8,14, 15,20,22 5,12,13, 16,17,19
A Y	WO 8605271 A1 (UNIVERSITY OF STRATCHCLYDE) 12.09.1986, página 2, línea 31 - página 3, línea 23; página 3, línea 34 - página 4, línea 3; página 4, línea 22 - página 5, línea 5; página 6, líneas 10-26; página 9, líneas 5-22; página 10, línea 29 - página 11, línea 9; figuras 1,2,3c,4.	1,2,4,17, 19 3,6-8,14, 15,20,22

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe
16.11.1999

Examinador
O. González Peñalba

Página
1/2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 138 541
⑫ N.º solicitud: 009702144
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 06.10.1997
⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.⁶: G01H 9/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 0599601 A2 (BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY) 01.06.1994, resumen; columna 2, línea 10 - columna 3, línea 53; figura 3.	1-4,6,9, 10,14-16, 20,22
A	EP 0334481 A1 (STC PLC) 27.09.1989, todo el documento.	1-4,6-8, 12-15,17, 19-22
A	EP 0291404 A1 (PHOTONETICS) 17.11.1988, todo el documento.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

16.11.1999

Examinador

O. González Peñalba

Página

2/2